Wie entwickelt sich ein großflächiges farbiges Nachbild in Abhängigkeit von seinem Reiz?

von

Wolf-Dieter Hickisch

aus

Goldap

Aus der Augenklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. E. Schreck

Wie entwickelt sich ein großflächiges farbiges Nachbild in Abhängigkeit von seinem Reiz?

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Wolf-Dieter Hickisch
aus
Goldap

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen

Fakultät Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof.Dr.G.Koch

Referent: Priv.-Doz.Dr.E.Genèe

Korreferent: Prof.Dr.E.Schreck

Tag der mündlichen Prüfung: 21. 3. 1972

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548610_0037

Inhaltsverzeichnis

A) Einleitung: Fragestellung

B) Hauptteil:

a) Literatur

1.) Definition des Nachbildes

2.) Phasen des Nachbildes

3.) Abhängigkeit des Nachbildes von äußeren Faktoren

4.) Theorien der Entstehung von Nachbildern

b) Eigene Untersuchungen

1.) Versuchsaufbau

2.) Verwendete Geräte

3.) Eichung der Geräte

4.) Ergebnisse

C) Diskussion

D) Zusammenfassung

E) Literatur

A) Einleitung:

In den letzten Jahren ist es gelungen, großflächige homogen ausgeleuchtete Elektronenblitze zu entwickeln, die zumeist in der Reproduktionsphotograhie Verwendung finden. Aufgabe dieser Arbeit ist es nun, die subjektiven Nachbildphasen nach farbigen, großflächigen, kurzen Lichtreizen besonders im Hinblick auf die Leuchtdichte des Reizes und die umgebende Helligkeit zu untersuchen.

B) Hauptteil:

a) Literatur

1.) Definition des Nachbildes

Ein Nachbild stellt eine subjektive Wahrnehmung dar, die noch andauert, wenn der physikalische, auf die Außenwelt zu beziehende Reiz bereits weggefallen ist.

2.) Phasen des Nachbildes

Nach einem kurzen Lichtreiz mittlerer Helligkeit beschrieben Purkinje (1868)

und Fröhlich (1921; Methode des bewegten Lichtreizes: Beobachtungen an einer im Kreise geschwungenen Kohle) die einzelnen Nachbildphasen und ihre zeitlichen Verhältnisse wie folgt:

Phase I

Das primäre Bild: Es ist mit dem Originalbild gleichzusetzen und intensitätsabhängig. Das primäre Bild ist außerdem von Farbe und Adaptationszustand abhängig.

Phase II

Erstes dunkles Intervall.

Phase III

Erstes positives, gleichgefärbtes Heringsches Nachbild. Es tritt 40-60msec nach Beginn des primären Bildes auf und dauert bei weißem Reizlicht 20-50msec. Dieses Nachbild ist bei höheren Lichtintensitäten sichtbar und bei farbigen Lichtreizen dem primären Bild gleichgefärbt. Ein roter Lichtreiz erzeugt kein Heringsches Nachbild.

Phase IV

Negatives Nachbild (Dunkles Intervall): Es ist intensitätsabhängig und dauert etwa 65-200msec.

Phase V

Zweites positives komplementär gefärbtes Purkinjesches Nachbild. Es hat eine Dauer von 60-200msec und ist etwa 170-250msec nach dem primären Bild sichtbar.

Phase VI

Negative Phase (Zweites dunkles Intervall länger dauernd als irgendeine der vorhergehenden Phasen ca. 500msec).

Phase VII

Eine längere, bei farbigen Lichtreizen gleichgefärbte positive Nachbildphase, das Heringsche Nachbild, dauert bis zu 5000msec.

Phase VIII

Ein langes spätes negatives Nachbild nach sehr hellen Lichtreizen, das meist komplementär gefärbt ist und einige Sekunden sichtbar sein kann.

3.) Abhängigkeit des Nachbildes von äußeren Faktoren

Der Verlauf der Nachbildphasen ist abhängig von der Dauer und Anstiegssteilheit des Lichtreizes. Bei mittlerer Intensität des Vorbildes ist nach längerer Fixierung desselben in den nächsten Sekunden nur noch das länger dauernde, negative, komplementär gefärbte Nachbild (Sukzessivkontrast) zu beobachten. Auch der Adaptationszustand beeinflußt die Dauer der Nachbildphasen. Unter skotopischen Bedingungen vergrößert sie sich deutlich. Während von Hess (1897) und auch Fröhlich (1922) fanden, daß der Nachbildverlauf für das zentrale und periphere Gesichtsfeld gleich seien, schreibt Pannevis (1947), daß periphere Nachbilder weniger intensiv sind und schneller verblassen.

Über die Entstehung der Nachbilder sind wiederholt Untersuchungen angestellt worden. Die Ansichten der Untersucher gehen noch immer erheblich auseinander. Helmholtz (1896) versuchte die Nachbilder und ihre Periodik durch Ermüdung und Aufmerksamkeitsschwankungen zu erklären, in dem er von der Betrachtung der nach länger dauernden Lichtreizen auftretenden Nachbilder ausging.

Hering (1909) glaubte an einen automatischen Ablauf der Nachbildphasen und ihre Unbeeinflußbarkeit durch willkürliche Vorgänge. Dieser Auffassung schlossen sich die meisten Untersucher an. Die periodischen Nachbilder wurden von Ebbecke (1929) im Sinne antagonistischer Vorgänge mit einem retinalen und zentralen Anteil aufgefaßt.
Bayer (1926) erschien es am einleuchtendsten, die Periodik der Nachbildphasen in das Sehzentrum zu verlegen und den Wechsel gleichgefärbter und komplementärer Phasen mit dem Wechsel antagonistischer Erregungs- und Hemmungsprozesse in Zusammenhang zu bringen. Damit würden sich die Nachbildphasen den zahlreichen periodischen Reaktionen zwanglos einfügen, welche das ZNS vermittelt.

Cibis und Nothdurft (1948) erzeugten durch kräftigen Druck eines Fingers auf den Bulbus eine relative temporäre Amaurose, welche sie als Leitungsunterbrechung innerhalb der nervösen Substanz des Auges nachwiesen. Die Trennung in einen überwiegend retinal-peripheren und einen kürzeren zentralen Anteil des Nachbildes hielten sie für einwandfrei. Es sei grundsätzlich jede bewußte Wahrnehmung nur mittels zentraler Gehirnteile möglich. Der Nach-

weis eines rein retinalen Nachbildes, das durch die Vorbildeinwirkung auf das nicht sehende Auge ausgelöst wurde, zeige außerordentlich eindrucksvoll, daß in den Photoreceptoren die initialen photochemischen Prozesse trotz Druckamaurose stattfinden.

Grüßer und Grützner (1958) leiteten mit Hilfe von Mikroelektroden die Reaktionen einzelner retinaler Receptoren (Zapfen) der verschiedenen Neuronentypen der Retina und der optischen Cortex der Katze nach Lichtblitzen ab. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, daß der primäre Entstehungsort der periodischen Nachbildphasen im retinalen Neuronensystem bestimmt werden muß. In der Retina beginne die rhythmische Aktivierung und Hemmung der Neurone nach einem Lichtblitz. Dieses primäre retinale Erregungsmuster sei die Grundlage für die folgenden corticalen Neuronenentladungen. Die Entstehung der periodischen Aktivierungsphasen der retinalen und corticalen Neurone wurde als Folge der Überlagerung von gleichzeitigen, synaptischen erregenden und hemmenden Impulsen interpretiert.

Brindley (1959) glaubte, auf Grund seiner Experimente sicher zu sein, daß die Nachbilder zumindest in ihrer frühen Phase durch photochemische Reak-

tionen in der Netzhaut bedingt sein müssen. Er stellte jedoch auch fest, daß dieselben nicht die einzige Ursache für Nachbilder seien.

Pannevis (1947) projizierte ein intensives Nachbild auf einen Hintergrund, dessen Helligkeit variiert und registriert werden konnte. Dabei folgte die Abnahme der Helligkeit der Potentialgleichung $H = t^a \cdot e^h$. Die den Lichtreiz überdauernde Regung verlief langsamer als die einleitenden physikalischen Prozesse und anders und schneller als die höheren nervösen Prozesse. Unter pathologischen Umständen ergab sich, daß bei Zentralskotom die Nachbildfunktion vollständig fehlte im Gebiet des Skotomes, das bedeutet, daß Nachbilder nicht hervorgerufen werden konnten. Mit der Restitution des Sehvermögens erschienen auch die Nachbilder wieder, und zwar mit einem peripheren Verlauf, der bei weitergehender Wiederherstellung zentralen Charakter annahm. Periphere Nachbilder waren nach gleichem Lichtreiz weniger intensiv und verblaßten schneller.

Padgham (1963) konnte die Ergebnisse von Pannevis nicht bestätigen, kam jedoch auch zu dem Schluß,

daß signifikante quantitative Messungen über positive Nachbilder möglich sind, wenn Wright's Methode des beidäugigen Beobachtens angewendet wird. Die Helligkeitsempfindung eines Nachbildes in einem Auge wird binocular verglichen mit der Empfindung eines Vergleichslichtes in dem anderen Auge.

Güppers (1956) führte die Nachbildmethode in die Schielbehandlung ein. Er entwickelte ein Ausblendverfahren zur Behandlung der Amblyopie.

Gibson (1937) hat festgestellt, daß Nachbilder Folge von Adaptationsvorgängen sind, die central und peripher ablaufen und von der Einwirkung des Reizes abhängig sind. Adaptation und negative Nachbilder sind nachgewiesen worden von Gibson (1937), Gibson und Radner (1937) und bestätigt worden von Vernon (1934) sowie Bales und Follansbee (1935).

4.) Theorien der Entstehung von Nachbildern

Die Köhler-Wallach-Theorie (1944) basiert auf der Übersättigung, einem angenommenen Prozeß wie sie in der Elektrophysik vorkommen, nämlich der Polarisation von Elektrolyten. Auch die Köhler-Wallach-Theorie wurde von einigen Autoren angegriffen:

Erstens sei das physiologische Substrat für ihre Theorie noch unsicher, wie Lashley, Chow und Semmes (1951), Sperry und Meyers (1955) feststellten. Zweitens zeigen die Ergebnisse von Gibson und Radner (1937) sowie Sagara und Oyama (1957) ein der Adaptation ähnliches Phänomen, daß zur Stützung der Köhler-Wallach-Theorie versagt.

Osgood und Heyer (1952) akzeptierten die Theorie von Köhler und Wallach (1944), glaubten jedoch, daß noch neurologische Vorgänge eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Nachbilder spielen.

Durch Deutsch (1956) wurde nachgewiesen, daß die Osgood-Heyer-Theorie (1952) in ihrer gegenwärtigen Form nicht akzeptabel ist.

Durch seine Experimente ist Pollack (1963) über Gibsons (1937) Theorie der Adaptation zu einer ähnlichen Theorie gekommen, nämlich der sensorisch-tonischen Wahrnehmungstheorie als Ursache der Entstehung der Nachbilder. Er glaubt, daß sie die dem Phänomen der Nachbilder am meisten gerecht werdende Theorie ist. Er schloß aus seinen Experimenten auch, daß sie jedoch für die Nachbilder nur begrenzt anwendbar ist.

b) Eigene Untersuchungen

1.) Versuchsaufbau

Die Experimente wurden mit zwei normalsichtigen, farbtüchtigen Personen durchgeführt, wobei einmal unter skotopischen Bedingungen (mindestens 30 Minuten Dunkeladaptation) und zum anderen bei einer Helligkeit von 100 Lux die Elektronenblitze beiden Augen der Versuchspersonen bei zentraler Fixation dargeboten wurden. Die Entfernung zum Blitzgerät wurde auf 0,50 m festgelegt, nachdem sich bei Probeversuchen herausgestellt hatte, daß bei näheren Entfernungen die gleichen Ergebnisse erzielt wurden. Um keine wesentlichen Abweichungen bei der Beurteilung der Farben durch die Versuchspersonen zu erhalten, wurden denselben vor und nach jeder Versuchsreihe Farbtafeln vorgelegt und eine Abstimmung der Farbtöne durchgeführt. Die Zeitangaben wurden mit Hilfe einer Stoppuhr festgelegt.

2.) Verwendete Geräte

Bei unseren Untersuchungen verwendeten wir einen Generator (der Firma Bron-Elektronik Basel), an den Flächenleuchten verschiedener Größe angeschlossen werden konnten. Bei den

beschriebenen Ergebnissen war die Fläche der Blitzleuchte 24 x 18 cm groß. Der Generator besaß sechs wählbare Stufen, deren Leistung 1000Ws, 750Ws, 500Ws, 375Ws, 250Ws und 125Ws betrugen.

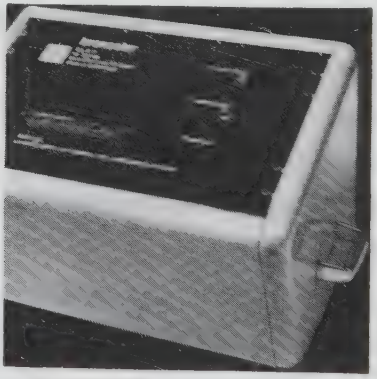

Abbildung 1

Broncolor R 11 Generator
Elektrolytkondensatoren, Spannungsstabilisation, Leistungswahl durch Drucktasten in logarithmischer Folge im Verhältnis von 1:8, Ladungs-Anzeigelampe, Blitzauslösung durch Drucktaste, Fernsteuerungssteckdose, Schloss-Betriebsschalter, in hellblaulackiertem Stahlblechgehäuse
Nachladezeit: 1 bis 15 sec. je nach gewählter Leistung
Anschlussmöglichkeit: Flächenleuchten für Dias zu Vergrösserungsgeräten
Flächenleuchten für Dias zu Reprokameras
Flächenleuchten für Aufsichtsoriginale
Netzanschluss: 220 V, 3 A Einphasen-Wechselstrom (andere Spannungen auf Anfrage)
Arbeitsspannung: 500 V
Masse: 550x390x370 mm
Gewicht: 26,8 kg

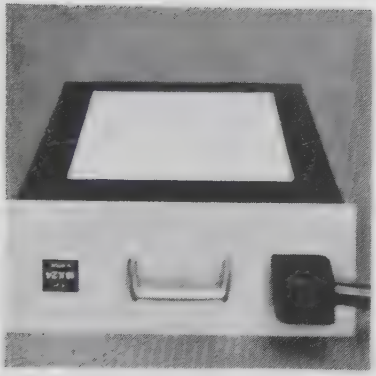

Abbildung 2

Flächenleuchte Typ LR 21/24 x 18 - D
zu Durst Laborator GR 184 und V 184
zum Einschub in Kondenseröffnung, ausgerüstet mit Flächenblitzröhren, Kalt-Einstellicht, Diffusorscheibe,
3 m Kabel in Stahlblechgehäuse mit
Lichtaustrittöffnung 260 x 280 mm

3.) Eichung der Geräte

Die Leuchtdichte war bei allen Versuchen entsprechend den Leistungsstufen 1123asb, 842asb, 562asb, 421asb, 281asb und 140asb. Die Eichung der Lichtblitze mit Farbfiltern in allen vier Farben geschah mit Hilfe der Photographie. Die Dauer der Lichtblitze war wärrend sämtlicher Untersuchungen von einer konstanten Größe, sie betrug 1/200sec. Von jeder Farbe wurden jeweils zehn Versuche durchgeführt und anschließend der Mittelwert bestimmt.

4.) Ergebnisse

1. Nachbildphasen bei grünem Filter nach Dunkeladaptation Entfernung 0,50 m.

Stufe I

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	5	13	55	115	230
Farben des Nachbildes	weiß	hellgrün	violett	grün	dunkelgrün	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	5	10	30	77	140
Farben des Nachbildes	weiß	hellgrün	violett	dunkelgrün	grün	-

Stufe II

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	9	12	42	25	30	270
Farben des Nachbildes	weiß	hellgrün	violett	grün	dunkelgrün	grau	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	5	65	95	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	dunkelgrün	-	

Stufe III

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	4	45	115	350	
Farben des Nachbildes	weiß	hellgrün	violett	grau	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	8	55	123	177	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	hellgrün	grau	-	

Stufe IV

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	4	57	250	300	335	
Farben des Nachbildes	weiß	hellgrün	violett	dunkelgrün	grau	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	5	45	150	168	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	hellgrün	grau	-	

Stufe V
Zeit in sec.
Farben des
Nachbildes

Versuchsperson 1

1	3	63	277	350
weiß	hellgrün	violett	grau	-

Versuchsperson 2

1	15	55	185	195	260
weiß	hellgrün	violett	grün	grau	-

Stufe VI
Zeit in sec.
Farben des
Nachbildes

Versuchsperson 1

1	12	73	265	327
weiß	hellgrün	violett	grau	-

Versuchsperson 2

1	10	62	280
weiß	violett	hellgrün	-

2. Nachbildphasen bei grünem Filter bei Beleuchtung von 100 Lux Entfernung 0,50 m.

Stufe I
Zeit in sec.
Farben des
Nachbildes

Versuchsperson 1

1	5	15	20
weiß	rot	grau	-

Versuchsperson 2

1	2	5
weiß	rot	grau -

Stufe II
Zeit in sec.
Farben des
Nachbildes

Versuchsperson 1

1	6	45	61
weiß	violett	grau	-

Versuchsperson 2

1	1	30	37
weiß	violett	gelb	-

Stufe III
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	3	10	43	118	
weiß	hellgrün	violett	grau	-	

Versuchsperson 2

1	7	25	63	70
weiß	violett	gelb	grau	-

Stufe IV
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	2	9	78	90	
weiß	hellgrün	violett	grau	-	

Versuchsperson 2

1	3	23	75	102
weiß	hellgrün	gelb	grau	-

Stufe V
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	3	8	55	150	
weiß	hellgrün	violett	grau	-	

Versuchsperson 2

1	4	17	125	
weiß	hellgrün	grau	-	

Stufe VI
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	3	115	245	
weiß	hellgrün	grau	-	

Versuchsperson 2

1	3	6	105	175
weiß	hellgrün	blau	grau	-

1. Nachbildphasen bei blauem Filter nach Dunkeladaptation Entfernung 0,50 m.

Stufe I	Versuchsperson 1						
Zeit in sec.	1	4	50	80	205		
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	beige	-		
	Versuchsperson 2						
	1	3	5	40	80	183	
	weiß	hellblau	violett	blau	grau	-	
Stufe II	Versuchsperson 1						
Zeit in sec.	1	5	13	67	100	205	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	beige	-	
	Versuchsperson 2						
	1	2	5	7	80	350	
	weiß	hellblau	violett	blau	grau	-	
Stufe III	Versuchsperson 1						
Zeit in sec.	1	6	117	135	275		
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	blau	grau	-		
	Versuchsperson 2						
	1	3	8	10	90	270	365
	weiß	hellblau	blau	violett	blau	grau	-
Stufe IV	Versuchsperson 1						
Zeit in sec.	1	4	13	118	240		
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	-		
	Versuchsperson 2						
	1	3	8	20	90	210	465
	weiß	hellblau	blau	violett	blau	grau	-

Stufe V

Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	3	65	190	235	255	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	grau	-	
Versuchsperson 2							
Zeit in sec.	1	3	7	35	105	300	400
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	blau	violett	blau	grau	-

Stufe VI

Versuchsperson 1						
Zeit in sec.	1	5	18	140	210	270
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	grau	-
Versuchsperson 2						
Zeit in sec.	1	3	8	15	540	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	blau	grau	-	

2. Nachbildphasen bei blauem Filter bei Beleuchtung von 100 Lux

Stufe I

Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	8	18	
Farben des Nachbildes	weiß	blau	violett	-	
Versuchsperson 2					
Zeit in sec.	1	3	14		
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	-		

Stufe II

Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	8	26	35
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	gelb	-
Versuchsperson 2					
Zeit in sec.	1	3	10	30	75
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	gelb	-

Stufe III

	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	8		25	145
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		gelb	-

	Versuchsperson 2					
	1	3	5	7	45	105
	weiß	hellblau	blau	violett	gelb	-

Stufe IV

	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	4	12		85	180	285
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		gelb	grau	-

	Versuchsperson 2					
	1	3	7		110	220	245
	weiß	hellblau	violett		gelb	grau	-

Stufe V

	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	15		125	280	300
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		gelb	grau	-

	Versuchsperson 2				
	1	3	35	90	245
	weiß	hellblau	violett	gelb	-

Stufe VI

	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	15		125	280	350
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		gelb	grau	-

	Versuchsperson 2				
	1	3	35	90	245
	weiß	hellblau	violett	gelb	-

1. Nachbildphasen bei rotem Filter nach Dunkeladaptation Entfernung 0,50 m.

Stufe I	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	5	25		100	110
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		grau	-
	Versuchsperson 2					
	1	8	15	70	100	
	weiß	violett	grün	grau	-	
Stufe II	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	4	30	45	90	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grau	-	
	Versuchsperson 2					
	1	4	23	58	100	
	weiß	violett	grün	grau	-	
Stufe III	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	3	65	105	130	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grau	-	
	Versuchsperson 2					
	1	4	52	110	145	
	weiß	violett	grün	grau	-	
Stufe IV	Versuchsperson 1					
Zeit in sec.	1	5	110	150		
Farben des Nachbildes	weiß	violett	grau	-		
	Versuchsperson 2					
	1	5	85	105	165	
	weiß	hellblau	grün	grau	-	

Stufe V
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	8	35	80	200
weiß	hellblau	grün	grau	-

Versuchsperson 2

1	7	20	80	225
weiß	hellblau	grün	grau	-

Stufe VI
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	30	130	225
weiß	grün	grau	-

Versuchsperson 2

1	20	115	205
weiß	grün	grau	-

2. Nachbildphasen bei rotem Filter bei Beleuchtung von 100 Lux.

Stufe I
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	10	15	
weiß	hellblau	-	

Versuchsperson 2

1	15	25		30
weiß	hellblau	violett		-

Stufe II
Zeit in sec.
Farben des Nachbildes

Versuchsperson 1

1	4	35	50
weiß	violett	grün	-

Versuchsperson 2

1	5	10	59
weiß	violett	grün	-

Stufe III

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	5	17	59	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	grün	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	5	10	60	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	grün	-	

Stufe IV

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	9	40	65	102	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	grün	grau	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	10	25	60	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	grün	-	

Stufe V

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	5	45	133	177	
Farben des Nachbildes	weiß	violett	braun	grau	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	6	39	110	180	
Farben des Nachbildes	weiß	hellrot	braun	grau	-	

Stufe VI

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	6	30	110	190	
Farben des Nachbildes	weiß	blau	braun	grau	-	

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	10	43	145	200	
Farben des Nachbildes	weiß	hellrot	braun	grau	-	

1. Nachbildphasen bei gelbem Filter nach Dunkeladaptation Entfernung 0,50 m.

Stufe I	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	5	10		40	72		
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		blau	-		
	Versuchsperson 2							
	1	7	12		50	75		
	weiß	hellblau	violett		blau	-		
Stufe II	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	5	12		40	75	150	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		blau	grau	-	
	Versuchsperson 2							
	1	7	35		80	140	170	
	weiß	hellblau	violett		blau	grau	-	
Stufe III	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	5	55		100	150	160	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett		blau	grau	-	
	Versuchsperson 2							
	1	9	40		75	140	210	
	weiß	hellblau	violett		blau	grau	-	
Stufe IV	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	4	70	115		170	220	225
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	grün	violett		blau	grau	-
	Versuchsperson 2							
	1	10	30	120	180	210		
	weiß	hellblau	grün	blau		grau	-	

Stufe V	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	4	31	70	115	180	190	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	grün	violett	blau	grau	-	
	Versuchsperson 2							
	1	7	33	130	180	200		
	weiß	hellblau	grün	blau	grau	-		
Stufe VI	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	4	35	80	145	195	210	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	grün	violett	blau	grau	-	
	Versuchsperson 2							
	1	10	34	126	173	230		
	weiß	hellblau	grün	blau	grau	-		

2. Nachbildphasen bei gelbem Filter bei Beleuchtung von 100 Lux Entfernung 0,50 m.

Stufe I	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	3	10	20				
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	blau	-				
	Versuchsperson 2							
	1	3	15	40				
	weiß	blau	grau	-				
Stufe II	Versuchsperson 1							
Zeit in sec.	1	5	15	40	70	105	110	
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	blau	violett	grün	grau	-	
	Versuchsperson 2							
	1	45	80					
	weiß	grau	-					

Stufe III

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	10	65	75	110	130
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grün	grau	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	15	45	75	125
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grau	-

Stufe IV

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	5	10	68	85	115	120
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	grün	grau	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	25	65	115	170
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grau	-

Stufe V

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	5	45	93	150
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	violett	blau	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	8	85	145	200
Farben des Nachbildes	weiß	violett	blau	grau	-

Stufe VI

Versuchsperson 1

Zeit in sec.	1	4	25	60	100	140	176
Farben des Nachbildes	weiß	hellblau	grün	violett	blau	grau	-

Versuchsperson 2

Zeit in sec.	1	7	102	145	180	250
Farben des Nachbildes	weiß	blau	violett	blau	grau	-

Die durchschnittliche Nachbilddauer betrug 199 sec.

Aufgeteilt nach Dunkeladaptation und Helligkeit von 100 Lux

ergaben sich folgende durchschnittliche Werte für die Dauer der Nachbilder 225 bzw. 129 sec. Aufgeschlüsselt nach Farben und nach dem Zustand des Beobachterauges (bei 100 Lux und unter skotopischen Bedingungen) fanden sich folgende Durchschnittszeiten für die Dauer der Nachbilder

Grün	Dunkeladaptation:	258 sec.
	Helligkeit von 100 Lux:	108 sec.
Blau	Dunkeladaptation:	313 sec.
	Helligkeit von 100 Lux:	173 sec.
Rot	Dunkeladaptation:	154 sec.
	Helligkeit von 100 Lux:	98 sec.
Gelb	Dunkeladaptation:	175 sec.
	Helligkeit von 100 Lux:	131 sec.

Daraus ergibt sich die durchschnittliche Nachbilddauer für die einzelnen Farben

Grün:	183 sec.
Blau:	243 sec.
Rot:	126 sec.
Gelb:	153 sec.

Die durchschnittliche Nachbilddauer -nach der Reizstärke d.h. den einzelnen Leistungsstufen des Generators- betrug:

Stufe I	80 sec.
Stufe II	121 sec.
Stufe III	164 sec.
Stufe IV	196 sec.
Stufe V	225 sec.
Stufe VI	274 sec.

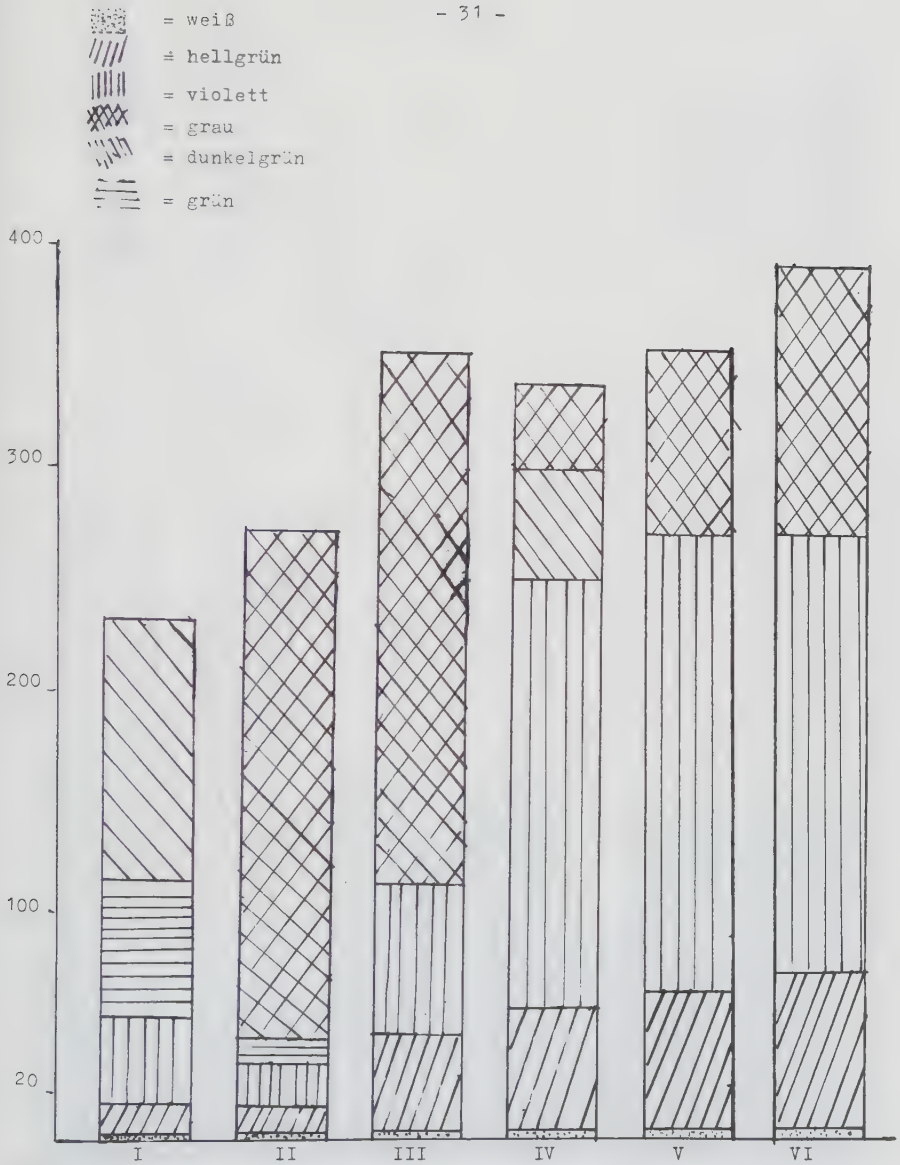

Abbildung 3
Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei grünem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= hellgrün
= violett
= grau
= dunkelgrün
= grün

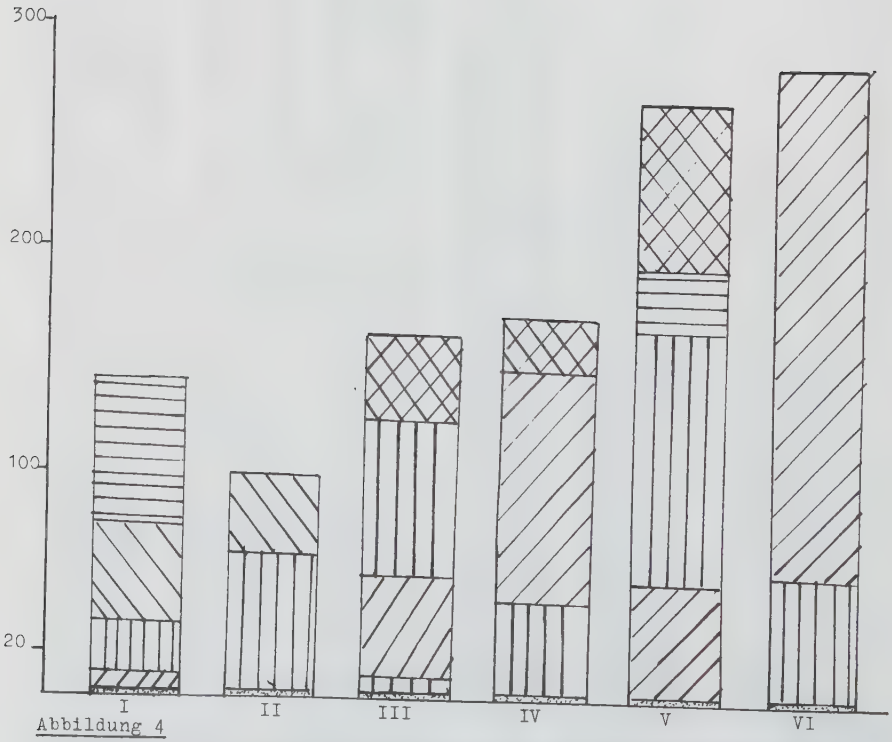

Abbildung 4

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei grünem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= gelb

= hellgrün

= blau

= violett

= grau

= rot

Abbildung 5

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei grünem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= gelb

= hellgrün

= blau

= violett

= grau

= rot

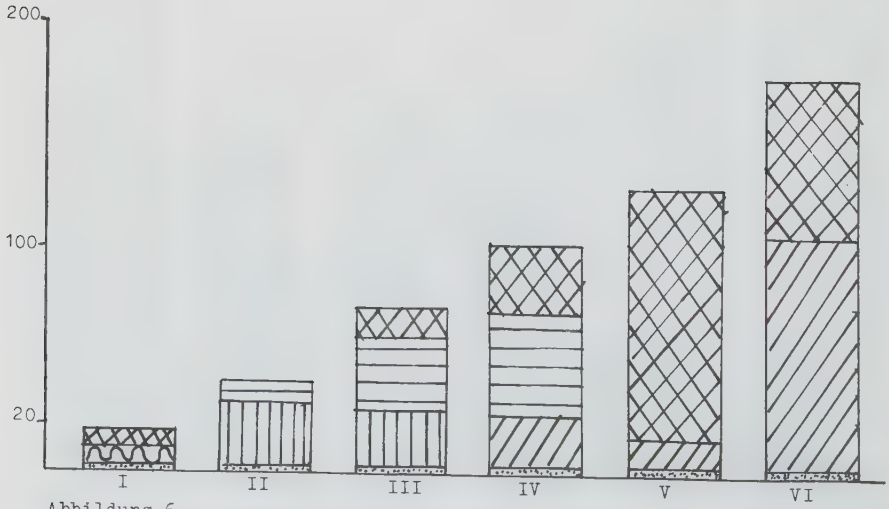

Abbildung 6

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei grünem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

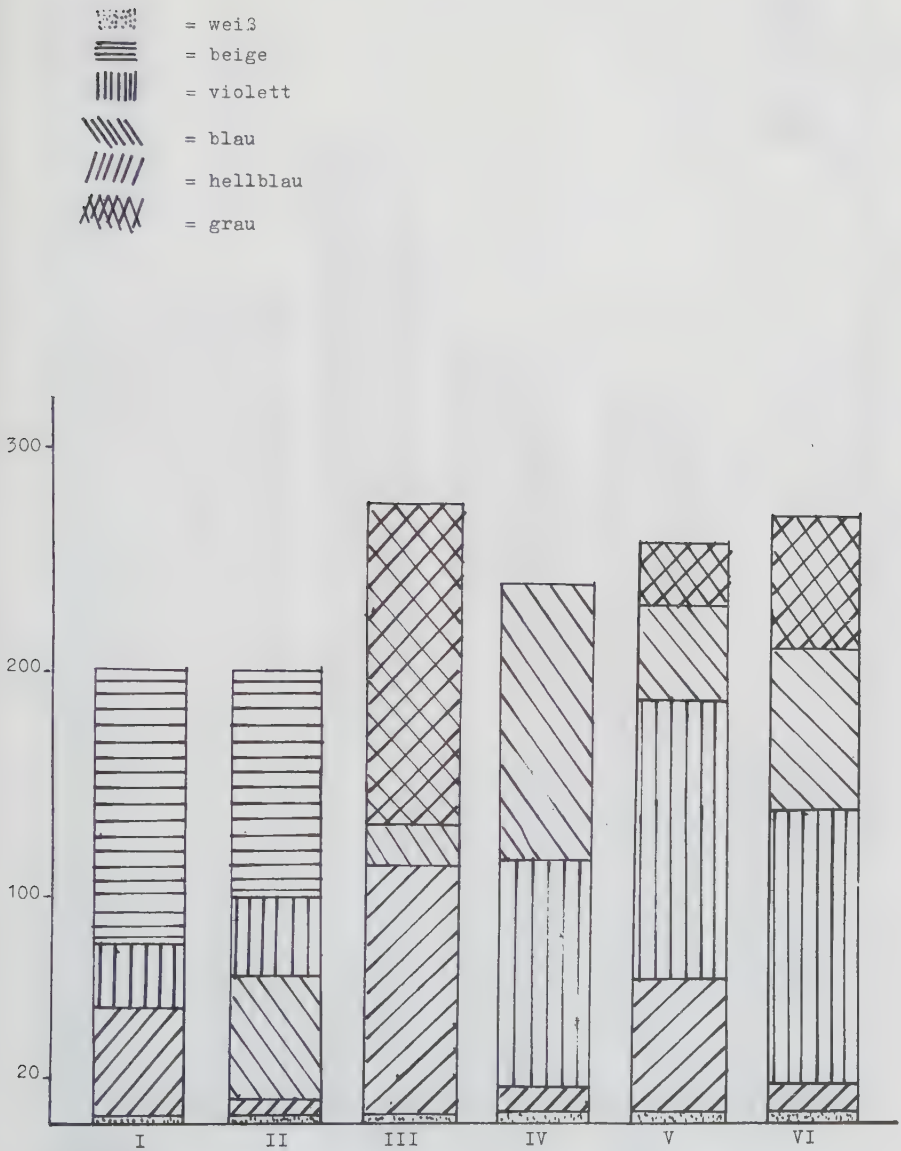

Abbildung 7

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei blauem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

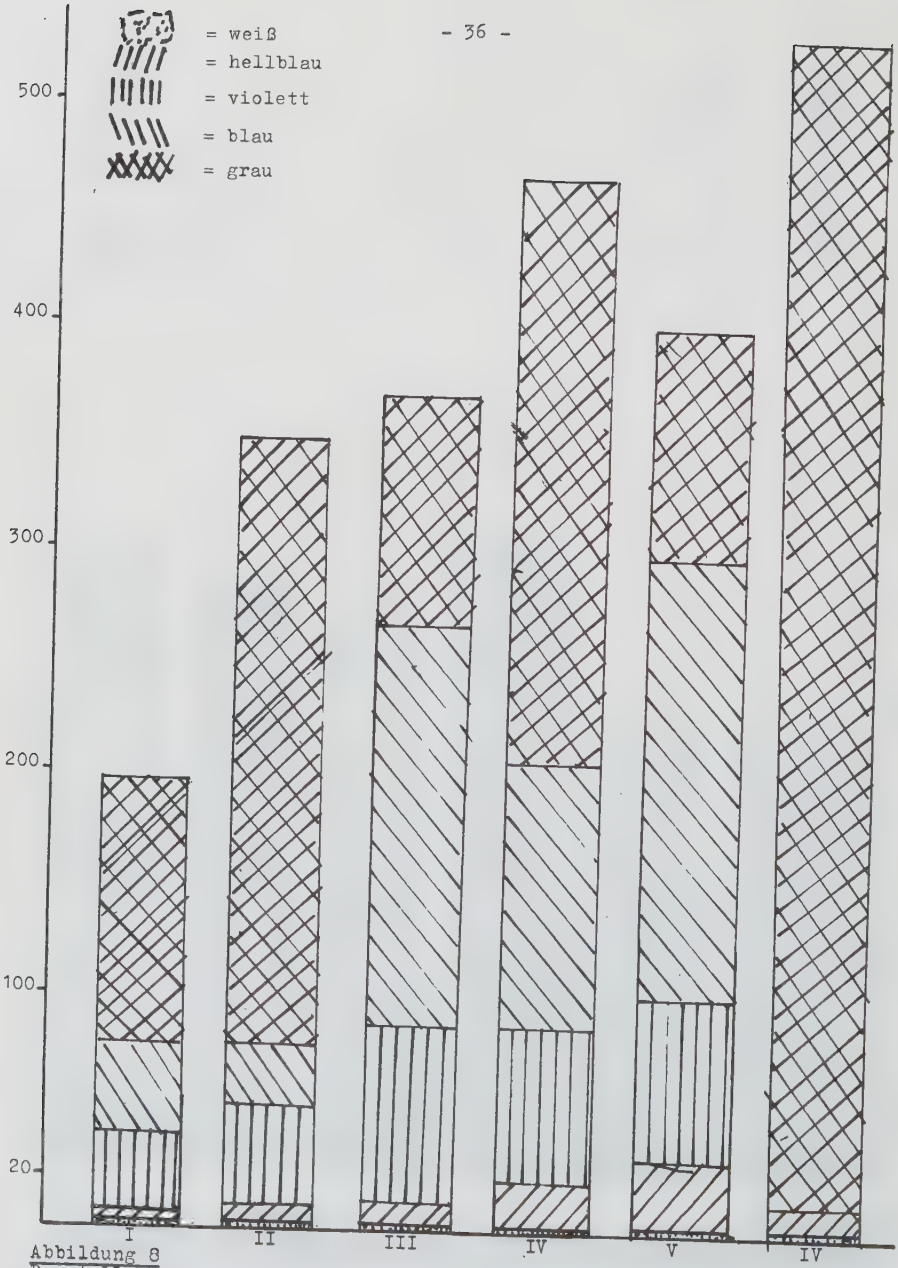

Abbildung 8
Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei blauem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

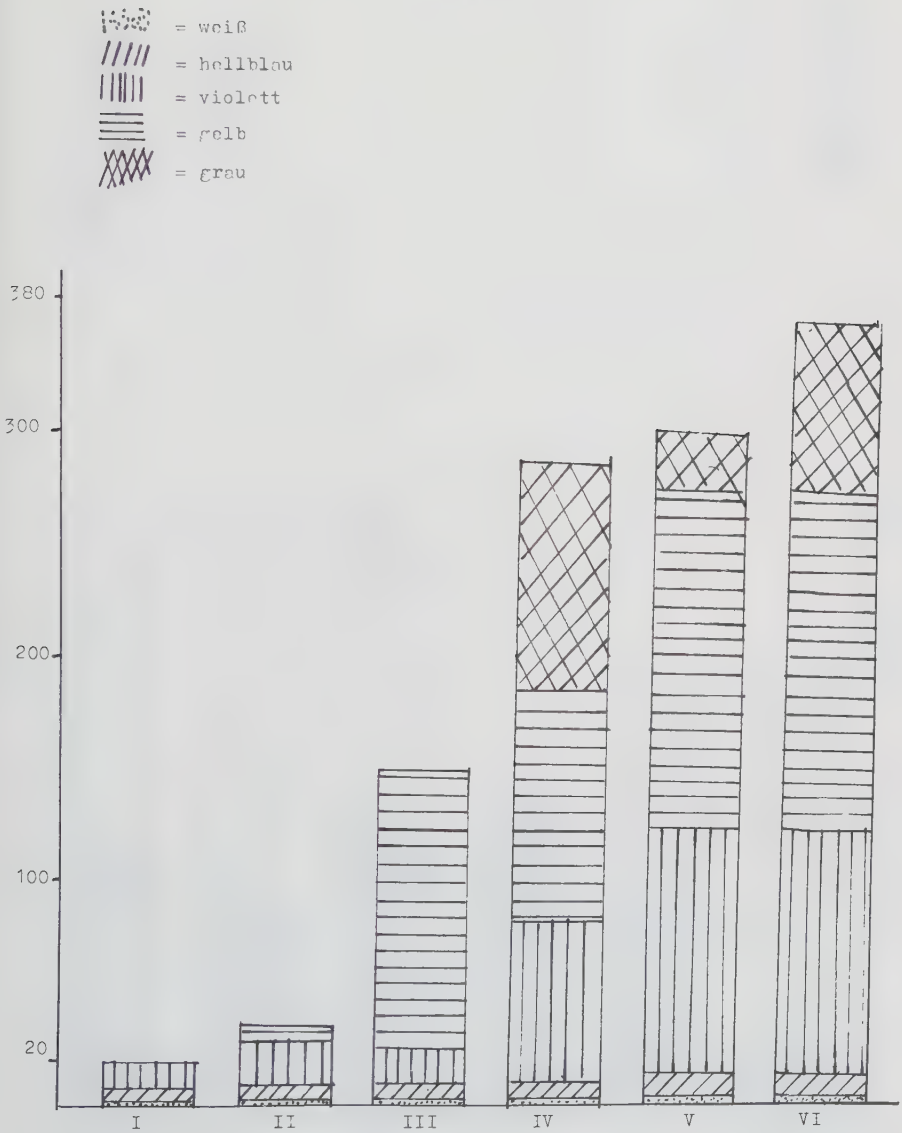

Abbildung 9

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei blauem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= hellblau
= violett
= gelb
= grau

Abbildung 10

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei blauem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= violett

= grün

= hellblau

= blau

= grau

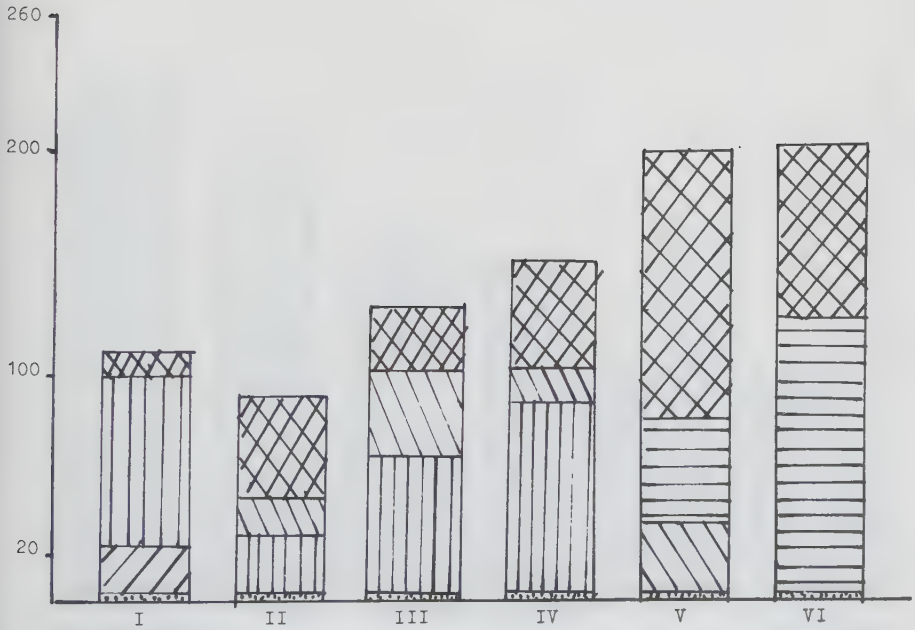

Abbildung 11

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei rotem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= violett
= grün
= hellblau
= grau

Abbildung 12

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei rotem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= hellblau

= violett

= grün

= braun

= grau

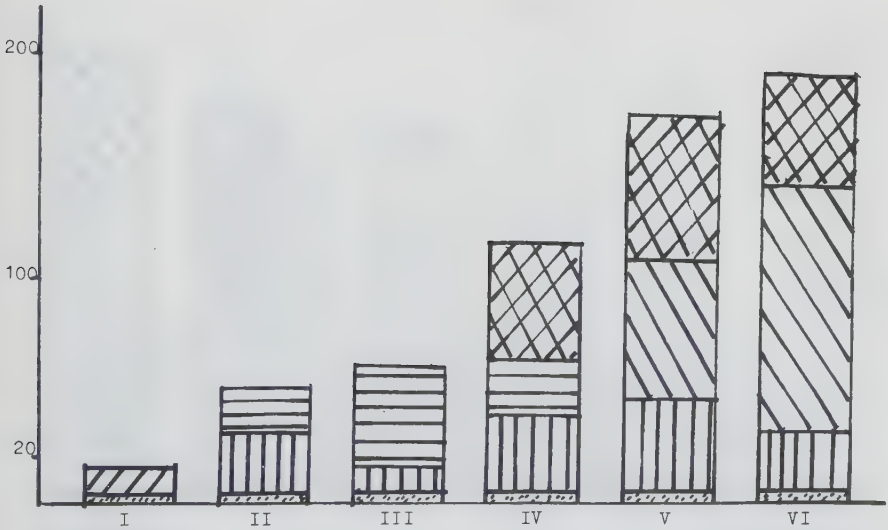

Abbildung 13
Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei rotem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= hellblau

= violett

= grün

= braun

= hellrot

= grau

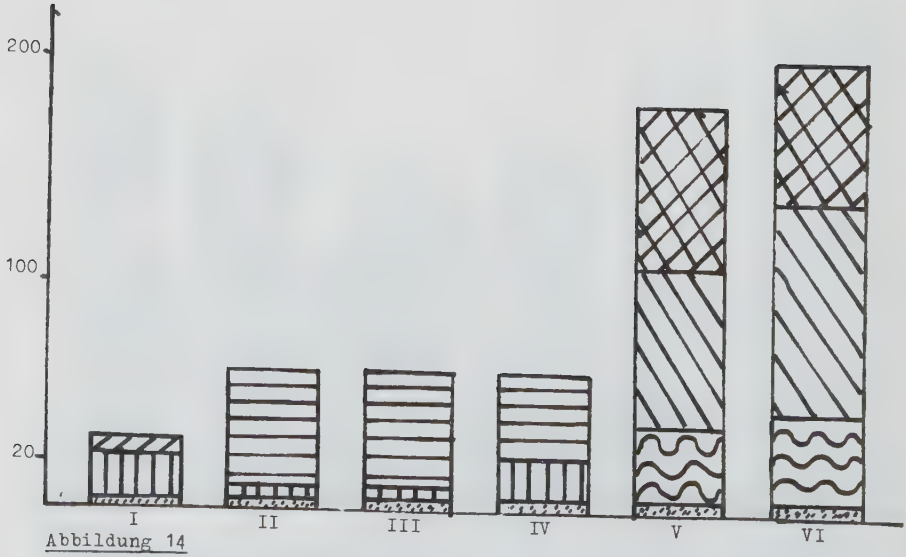

Abbildung 14

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei rotem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= blau
= hellblau
= violett
= grau
= grün

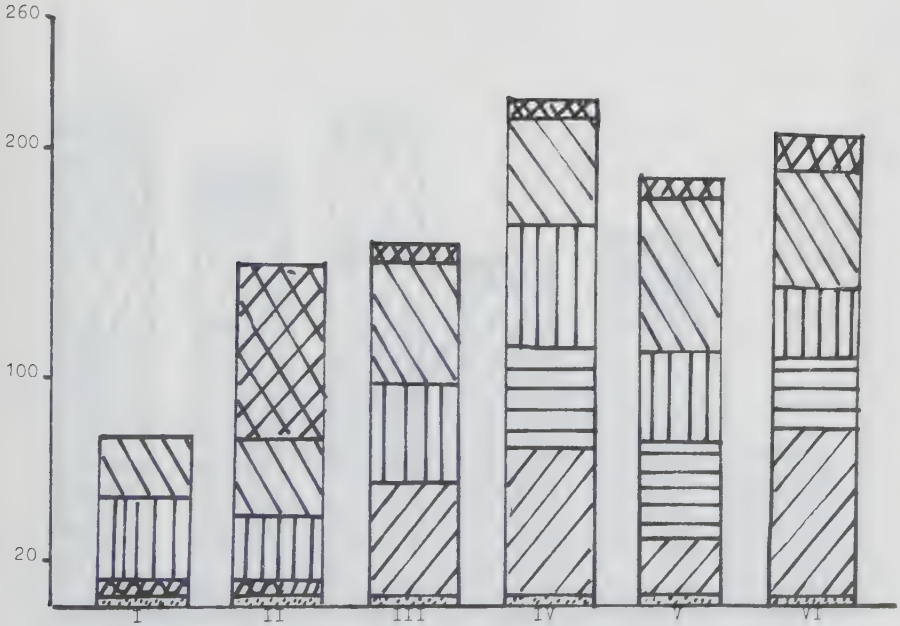

Abbildung 15

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei gelbem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= hellblau
= violett
= blau
= grau
= grün

Abbildung 16

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei gelbem Farbfilter unter skotopischen Bedingungen in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß

= hellblau

= blau

= grün

= violett

= grau

Abbildung 17

Darstellung der Nachbildphasen der 1. Versuchsperson bei gelbem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

= weiß
= hellblau
= blau
= violett
= grau

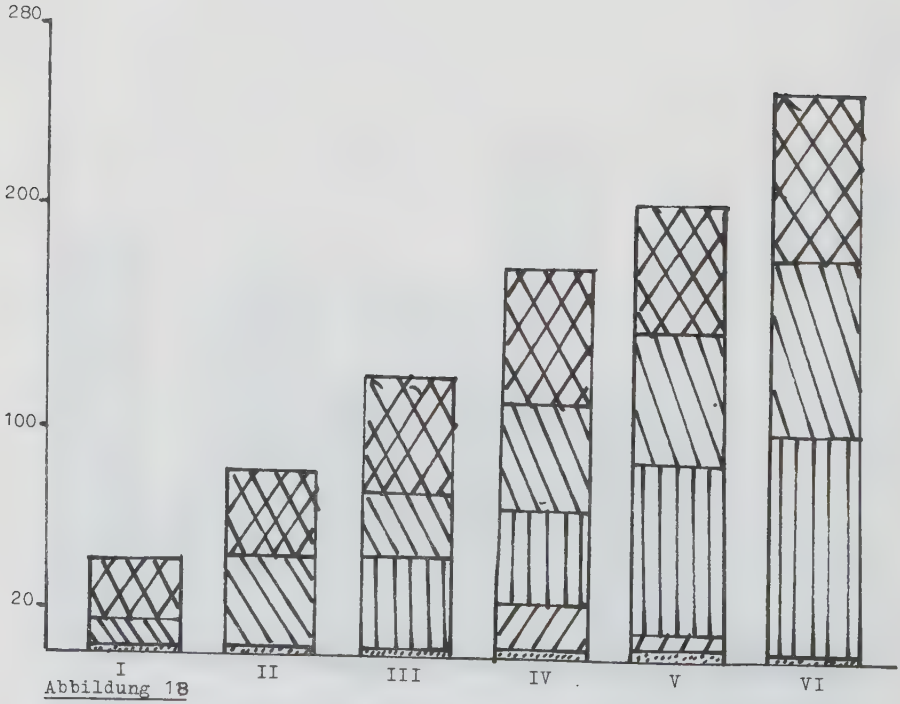

Abbildung 18

Darstellung der Nachbildphasen der 2. Versuchsperson bei gelbem Farbfilter und Beleuchtung von 100 Lux in Kolonnen (Symbolerklärung obere Blattseite).

C) Diskussion:

Bei unseren subjektiven Untersuchungen dürften wohl hauptsächlichst die o.g. Phasen I., VII. und VIII. bei den Ergebnissen zu finden sein. Wobei noch zu bemerken ist, daß diese Phaseneinteilung nur Geltung für farblose kurze Lichtreize hat. Wenn der Lichtreiz coloriert ist, können wohl positive und negative Nachbilder wie bei einem mit weißem Lichtreiz hervorgerufenen beobachtet werden, aber einige davon sind farbig. Entweder sie sind von gleicher Farbe wie das Originalbild, dann werden sie homochromatisch genannt, oder sie sind in der Komplementärfarbe des Originals dann werden sie als komplementäre Nachbilder bezeichnet.

Von beiden Versuchspersonen (u.a.Verfasser) wurde schon nach den ersten Experimenten die übereinstimmende Angabe gemacht, daß sich beim Übergang von einer Nachbildphase in die andere, die Farben der Nachbilder unter skotopischen Bedingungen von der Peripherie des Bildes her ausbreiten würden. Bei 100 Lux Beleuchtung jedoch fand der Wechsel der Farben von der Mitte des Bildes her statt. Zieht man

die physiologischen Vorgänge in der Netzhaut bei Beleuchtung und bei Dunkelheit in Betracht (bei Helligkeit Zäpfchensehen, bei Dunkelheit Stäbchensehen) so dürfte diese Beobachtung dafür sprechen, daß es sich bei den Nachbildern tatsächlich um Folgen photochemischer Vorgänge handeln muß, wie Brindley mit Hilfe bunter Gitternetze als Originalbild bereits demonstrieren konnte. Daß die Reizstärke d.h. die Beleuchtungsstärke von großer Wichtigkeit für die Dauer der Nachbilder ist, wurde bei unseren Versuchen ebenso wieder bestätigt, wie die Tatsache, daß die Dauer der Nachbilder wesentlich länger ist, wenn skotopische Bedingungen herrschen, während sie bei Beleuchtung von erheblich kürzerer Dauer sind.

Auffällig war, daß in allen Nachbildphasen Violett als Übergangsfarbe auftrat. Im Zusammenhang mit der Einteilung in die einzelnen Nachbildphasen mußte diese Erscheinung so gedeutet werden, daß es sich um ein positives Nachbild handelt, das auch wesentlich durchscheinender in der Farbintensität war als alle anderen Nachbildfarben.

Am Ende aller Nachbildphasen fand sich der Eindruck "Grau". Diese Phase war zum Teil von kürzerer, zum Teil von längerer Dauer. Möglicherweise handelt es sich hierbei um eine Ermüdungsreaktion, die zur Folge hat, daß einfach nicht mehr gesehen wird, was jedoch als Eindruck "Grau" imponiert.

Unter skotopischen Bedingungen zeigt es sich, daß eine negative Nachbildphase bei grünen und blauen Farbfiltern von der gleichen Farbe war wie die des vorgesetzten Farbfilters. Grün und Blau haben also als ein negativen Nachbild ein homochromatisches zur Folge. Bei rot und Gelb dagegen waren die negativen Nachbildphasen in der Gegenfarbe vorhanden, die bei additiver Mischung Weiß ergaben, so daß hier komplementäre Nachbilder vorlagen. Bei einer Beleuchtung von 100 Lux waren bei allen vorgesetzten Farbfiltern ebenso komplementäre Nachbilder zu erkennen.

Die Beobachtung, daß bei den Farbfiltern Grün und Blau die Dauer der Nachbilder bei dunkeladaptierten Augen signifikant von längerer Dauer waren, war nicht Gegenstand dieser Untersuchungen. Ob ein direkter Zusammenhang zwischen längerer Dauer der Nachbilder bei Grün und Blau und der Homochromasie besteht, kann nicht sicher beurteilt werden. Während

Grün und Blau im unteren Bereich der Wellenlängenskala zu finden sind, haben Gelb und besonders Rot eine größere Wellenlänge. Möglicherweise bestehen Zusammenhänge zwischen Wellenlänge, Dauer der Nachbilder und Homochromasie bei den eben genannten Farben bei Dunkeladaptation. Eine Schlußfolgerung daraus wäre, daß Rot und Gelb in der Dunkelheit negative Nachbilder verursachen, weil sie von größerer Wellenlänge sind.

Abschließend kann gesagt werden, daß bei grünen und blauen Elektronenblitzen nach Dunkeladaptation negative homochromatische Nachbilder entstehen, während in allen anderen Fällen (Rot und Gelb bei Dunkeladaptation, alle vier Farben bei Beleuchtung von 100 Lux) komplementäre negative Nachbildphasen vorhanden sein müssen.

D) Zusammenfassung:

Da es in der Reproduktions-Photographie in den letzten Jahren homogen ausgeleuchtete, großflächige Elektronenblitze gibt, wurden dieselben zur Erzeugung von farbigen Nachbildern verwandt. An einen Generator, der in sechs verschiedenen Leistungsstufen, eine Beleuchtungsstärke von 1123 asb, 842 asb, 562 asb, 281 asb, 140 asb erreicht, wurde eine Flächenleuchte, der Elektronenblitz, von einer Fläche von 432 cm^2 angeschlossen und bei zentraler Fixation mit vorgesetzten Filtern in allen vier Farben beiden Augen von normalsichtigen, farbtüchtigen Versuchspersonen in einer Entfernung von 0,50 m dargeboten. Es wurden die einzelnen Nachbildphasen mit Hilfe der Stoppuhr subjektiv festgelegt. Die Ergebnisse zeigen, daß sich die Farben der Nachbilder bei Dunkeladaptation von der Peripherie des Bildes her entwickeln, während bei einer Beleuchtung von 100 Lux der Übergang in die nächste Nachbildphase vom Zentrum her geschieht. Während Grün und Blau bei Dunkeladaptation negative homochromatische Nachbilder zur Folge haben, finden sich bei Rot und Grün unter skotopischen Bedingungen sowie bei Beleuchtung von 100 Lux in allen vier Farben komplementäre negative Nachbilder.

E) Literatur:

1. Bales, J.F. and Follansbee, G.L., The after-effect of curved lines.J.exp. Psychol. 1935, 18, 499-503.

2. Bayer, L., Die periodischen Nachbilder nach kurzdauernder Belichtung mit farbigen Reizlichtern.Z.Biol.85, 299-324, 1926.

3. Brindley, S., After images, J.Physiol. 147, 149-153, 1959.

4. Cibis, P., u. H.Nothdurft, Experimentelle Trennung eines zentralen und eines peripheren Anteils von unbunten Nachbildern. Lokalisation der Leitungsunterbrechung, die bei experimenteller Netzhautanämie zu temporärer Amaurose führt. Pflüg.Arch.ges. Physiol. 250, 501-520, 1948.

5. Conklin, J.E. The influence of figural inspection on visible movements: I. The figural after-effect. Northwest Science, 30, 77-97, 1956.

6. Conreur, MM.L.,Meur, G., et Zahnen, A., Utilisation de stimuli colorès dans l'ètude de l' adaptation locale prècoce (note prèliminaire). Bull.Soc.Belge d' Ophtal. 143, 542-547, 1966.

7. Crovitz, H.F. and Lipscamb, D.D., Dominance of the temporal visual fields. Amer.J. Psychol., 76, 631-637, 1963.

8. Cüppers, C., Ein Ausblendverfahren zur Amblyopiebehandlung, Klin.Mbl.Augenheilk. 128, 2, 236, 1956.

9. Cüppers, C., Moderne Schielbehandlung.Klin.Mbl. Augenheilk., 129, 5, 579-604, 1956.

10. Daw, N.W., Why after images are not seen in normal circumstances. Nature 23, 1143-1145, 1962.

11. Davson, M., Physiology of the eye (Philad.) 88, 1949.

12. Day, R.H., Pollack, R.H. and Seagrim, G.N. Figural after-effects: a critical review. Austral.J.Psychol., 11, 15-45, 1959.

13. Deutsch, J.A., The statistical theory of figural after-effects and acuity. Brit.J. Psychol., 47, 208-215, 1956.

14. Duke-Elder, S., System of ophthal., Vol.IV 656, London, 1968.

15. Ebbecke, U., Über spontane Nachbildschwankungen und das Verhältnis von Nacherregung und Induktion, Pflüg.Arch.ges.Physiol. 221, 198-214, 1929.

16. Ebbecke, U., Über positive und negative Nachbilder, ihre gegenseitige Beziehung und den Einfluß der lokalen Adaptation. Pflüg.Arch. ges.Physiol. 221, 160-188, 1929.

17. Ekman, G. and Lindman, R., Note on measurement of visual after-image intensity as a function of the time, Vision Res. 4, 579-584, 1964.

18. Fröhlich, F.W., Untersuchungen über periodische Nachbilder. Z. Sinnesphysiol. 52, 60-88, 1921.

19. Fröhlich, F.W., Über den Einfluß der Hell- und Dunkeladaptation auf den Verlauf der periodischen Nachbilder. Z.Sinnesphysiol. 53, 79-107, 1922.

20. Gibson, R., Adaptation with negative after-effect, Psychol. Rev., 44, 222, 223-244, 1937a.

21. Gibson, R., Adaptation, after-effect and contrast in the perception of tilted lines: II.Simultaneous contrast and a real restriction of the after-effect., J.exp.Psychol. 20, 553-569, 1937b.

22. Gibson, R. and Radner, M., Adaptation, after-effect and contrast in the perception of tilted lines: I. Quantitative studies.J.exp.Psychol., 20, 453-467, 1937.

23. Grüsser, O.J., Reaktionen einzelner corticaler und retinaler Neurone der Katze auf Flimmerlicht und ihre Beziehung zur subjektiven Sinnesphysiologie. Diss.Freiburg i.Br., 1956.

24. Grüsser, O.J., Rezeptorpotentiale einzelner retinaler Zapfen der Katze. Naturwissenschaften 44, 522, 1957.

25. Grüsser, O.J. und Grützner, A., Neurophysiol. Grundlagen der periodischen Nachbildphasen nach kurzen Lichtblitzen. V.Graefes Archiv f. Ophthal., Bd.160, S.65-93, 1958.

26. Grüsser, O.J. und Kapp, H., Reaktionen einzelner retinaler Neurone auf Lichtblitze.II. Doppelblitze mit wechselndem Blitzintervall. Pflüg.Arch.ges.Physiol.266, 111-129, 1958.

27. Grüsser, O.J. und Rabelo, C., Reaktionen einzelner retinaler Neurone auf Lichtblitze. I. Einzelblitze und Lichtblitze wechselnder Frequenz. Pflüg.Arch.ges.Physiol.265, 501-525, 1958.

28. Grützner, A.O.-J.Grüsser und Baumgartner, G., Reaktionen einzelner Neurone des optischen Cortex der Katze nach elektrischen Einzelreizen des Nervus opticus.,Arch. Psychiatr.Nervenkr. 197, 1958.

29. Heinrich, F., Untersuchungen zum farbigen Simultankontrast, Optik, 22, 162-168, 1965.

30. Helmholtz, H., Physiologische Optik, 2.Aufl.Berlin, 1896.

31. Hering, E., Eine Methode zur Beobachtung und Zeitbestimmung des ersten positiven Nachbildes kleiner bewegter Objekte.Pflüg. Arch.ges.Physiol.126, 604-609, 1909.

32. Hess, C.v., Studien über Nachbilder.Albrecht v.Graefes Arch.Ophthal.40, 259-279, 1894.

33. Hess., C.v., Experimentelle Untersuchungen über die Nachbilder bewegter leuchtender Punkte. Albrecht v.Graefes Arch. Ophthal. 44, 445-480, 1897.

34. Katz, M.S., Brief flash brightness, Vision Res. 4, 361-373, 1964.

35. Kinney, A.S., Effect of exposure time on induced color J.Opt.Soc.Amer.55, 731-736, 1956.

36. Köhler, W., and Wallach, H., Figural after-effects, an investigation of visual processes. Proc.Amer.Philos.Soc., 88, 269-357, 1944.

37. Lashley, K.S., Chow, K.L.and Semmes, J., An examination of the electrical field theory of cerebral integration. Psychol.Rev. 58, 123-136, 1951.

38. Miller, N.D., Positive after image as a background luminance J.opt.Soc.Amer.56, 1616-1620, 1966.

39. Nachmias, J.and Steinmann, R.M., Brightness and discriminnability of light flashes, Vision Res. 5, 545-577, 1965.

40. Osgood, C.E.and Heyer, A.W., A new interpretation of figural after-effects.Psychol.Rev., 59, 98-118, 1952.

41. Padgham, C.A., Quantitative Study of visual after-images, Brit.J.Ophthal., 37, 165, 1953.

42. Padgham, C.A., The role of the retinal receptors in the formation of the positive visual after-image Vision Res.3, 45-49, 1963.

43. Padgham, C.A., Measurements of the colour sequences in positive visual after-images, Vision Res.8, 939-949, 1968.

44. Pannevis, M., Über den Helligkeitsverlauf positiver Nachbilder, 113, 280-289, 1947.

45. Pollack, R.H., Application of the sensory-tonic theory of perception to figural after-effect, Acta Psychol., 21, 1-16, 1963.

46. Rehder, W.M., Vergleich der Detailerkennbarkeit des menschlichen Auges bei Kurzzeit u. Gleichlichtbeleuchtung, Biophysik, 2, 56-66, 1964.

47. Rein-Schneider, Physiologie des Menschen, Berlin, 1960.

48. Roman, C.V., The new physiology of vision XVI. Further studies of the retinal responses.Curr.Sci.34, 269-271, 1965.

49. Sagara, M. and Oyama, J., Experimental studies on figural after-effects in Japan. Psychol.Bull.54, 327-338, 1957.

50. Siebeck, R., Optik des menschlichen Auges, Berlin, 1960.

51. Sperry, R.W.and Meyers, R.E., Visual pattern perception following subpial slicing and tantalum wire implantation in the cortex.J.comp.physiol.Psychol., 48, 50-58, 1955.

52. Stabell, U. and Stabell, B., Color threshold measurements in scotopic vision I. Prestimulation varied, Scand. J.Psychol., 258-272, 1967.

53. Stabell, U. and Stabell, B., Color threshold mesasurements in scotopic vision III.Simultaneous color contrast, Scand.J.Psychol.9, 133-137, 1968.

54. Vernon, M.D., The perception of inclined lines. Brit.J.Psychol., 25, 186-196, 1934.

55. Walraven, P.L., and Leebeck, H.J., Phase shift of sinusoidaly alternating colored stimuli, J.opt.Soc.Amer., 54, 78-82, 1964.

56. Wright, J.M.v., A note on interocular transfer and the colour of visual after-images. Scand.J.Psychol. 4, 241-244, 1963.

57. Wright, W.D., Researches on Normal and Defective Colour Vision, 51-72, 1946, Kimpton, London.

Herrn Professor Schreck danke ich für das großzügige Entgegenkommen, das mir ein ungestörtes Arbeiten in den Räumen der Augenklinik erlaubte.

Herrn Professor Siebeck gilt mein Dank für die Bereitstellung des Themas.

Herrn Oberarzt Genée möchte ich für die großartige Unterstützung und Hilfe danken, die er mir bei der endgültigen Abfassung dieser Arbeit zuteil werden ließ.

Lebenslauf

Am 13.4.1939 wurde ich in Goldap/Ostpreußen als Sohn des Arztes Dr.med.Hans Hickisch und seiner Ehefrau Ingeborg, geb. Reichelt, geboren. Nach der Übersiedlung meiner Eltern nach Altenburg in Thüringen besuchte ich die Volksschule daselbst und anschließend die Oberschule. Im Jahre 1957 bestand ich das Abitur an der Goethe-Oberschule in Lübben im Spreewald. Nach meiner Flucht aus der sowjetischbesetzten Zone begann ich nach der Anerkennung meines Reifezeugnisses, wozu ein nochmaliger 1-jähriger Oberschulbesuch in West-Berlin erforderlich war, das Medizinstudium an der Freien Universität Berlin. Nach Bestehen des Vorphysikums (Freie Universität Berlin, 1960) und des Physikums (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 1963) legte ich im Jahre 1967 die Ärztliche Prüfung an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit "Gut" ab. Nachdem ich als Medizinal-Assistent im Kreiskrankenhaus Neustadt an der Waldnaab und in der Augenklinik der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg tätig gewesen war, erhielt ich im Jahre 1969 die Approbation. Seit 1969 bin ich Assistenzarzt an der Augenklinik der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg und befinde mich z.Zt. im 3.Jahr der Facharztweiterbildung.

Offsetdruck-Fotodruck
J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990